

— ГЕОЛОГИЯ —

УДК 551.24

DOI 10.25587/SVFU.2022.26.2.001

*Э.А. Абубакарова,^{1,2} А.А. Даукаев¹*¹ Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН, г. Грозный, Россия² Грозненский государственный нефтяной технический университет им. М.Д. Миллионщикова, г. Грозный, Россия**ВЫСОКОБАЛЛЬНЫЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ ТЕКТОНИЧЕСКОГО
ПРОИСХОЖДЕНИЯ: ПРИЧИНЫ И ПРОГНОЗ
(на примере территории Чеченской Республики)**

Аннотация. Статья посвящена землетрясениям и сейсмичности, даны краткие сведения о становлении и развитии сейсмологии. Выделены три этапа формирования сейсмологии как науки: описательный – охватывающий вторую половину XIX, развитие сейсмологии в системе геологических наук и этап развития сейсмологии в системе физико-математических наук. Приведены отличительные особенности землетрясений от других природных катаклизмов, их классификации по различным признакам – по глубине очага, по механизму проявления и так далее. Отмечена связь землетрясений с разломно-блоковой структурой территории. Целью данной работы является представление общих сведений о землетрясениях, их типах, критериях сейсмичности, и в оценке современного состояния проблемы прогноза землетрясений. Основные методы заключаются в сравнительном анализе и обобщении теоретических данных и практических проявлений землетрясений в различных регионах и др. При изучении сейсмичности региона были использованы каталоги землетрясений, фондовые материалы и изданные научные труды. На примере изучения землетрясений в разных регионах отмечено, что сейсмичность их в основном связана со структурно-тектоническими особенностями территории. На основе изучения землетрясений, произошедших в разных регионах в XX в. констатируется их непредсказуемость и невозможность прогнозирования их очагов, времени и силы. Вместе с тем, в дальнейшем прогноз землетрясений не исключается при постоянном мониторинге с целью выявления аномальных явлений, организации, сбора, систематизации, анализа и обработки сейсмических данных, в том числе предвестников землетрясений.

Ключевые слова: сейсмичность, землетрясения, магнитуда, тектонические особенности, глубинные разломы.

АБУБАКАРОВА Элиза Ахметовна – к.г.-н., м.н, в.н.с КНИИ им. Х.И. Ибрагимова РАН, Грозненский государственный нефтяной технический университет им. М.Д. Миллионщикова, г. Грозный. E-mail: eliza_ggni@mail.ru

ABUBAKAROVA Eliza Akhmetovna – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Leading researcher, Ibrahimov Comprehensive Research Institute, RAS, Millionshchikov Grozny State Petroleum Technical University, Grozny. E-mail: eliza_ggni@mail.ru

ДАУКАЕВ Арун Абалханович – д.г.-м.н., зав. отделом КНИИ им. Х.И. Ибрагимова РАН. E-mail: Daykaev@mail.ru

DAUKAEV Arun Abalkhanovich – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Head of department, Ibrahimov Comprehensive Research Institute, RAS. E-mail: Daykaev@mail.ru

Е.А. Abubakarova,^{1,2} А.А. Daukaev¹

¹ Ibrahimov Comprehensive Research Institute, RAS, Grozniy, Russia

² Millionshchikov Grozniy State Petroleum Technical University, Grozniy, Russia

HIGH-GRADE EARTHQUAKES OF TECTONIC ORIGIN: CAUSES AND FORECAST: The case of the Chechen Republic

Abstract. The article is devoted to earthquakes and seismicity, brief information about the formation and development of seismology is given. There are three stages in the formation of seismology as a science: descriptive: covering the second half of the 19th century; the development of seismology in the system of geological sciences; and the stage of development of seismology in the system of physical and mathematical sciences. Distinctive features of earthquakes from other natural disasters are given, their classification according to various criteria – according to the depth of the focus, according to the mechanism of manifestation, and so on. The connection of earthquakes with the fault-block structure of the territory is noted. The purpose of this work is to present general information about earthquakes, their types, seismicity criteria, and in assessing the current state of the problem of earthquake prediction. The main methods are comparative analysis and generalization of theoretical data and practical manifestations of earthquakes in different regions, etc. When studying the seismicity of the region, earthquake catalogs, stock materials and published scientific papers were used. On the example of the study of earthquakes in different regions, it was noted that their seismicity is mainly associated with the structural and tectonic features of the territory. Based on the study of earthquakes that occurred in different regions in the 20th century, their unpredictability and the impossibility of predicting their centers, time and strength are stated. At the same time, in the future, the forecast of earthquakes is not excluded with constant monitoring in order to identify anomalous phenomena, organize, collect, systematize, analyze and process seismic data, including earthquake precursors.

Keywords: seismicity, earthquakes, magnitude, tectonic features, deep faults.

Введение

Наука, изучающая землетрясения называется сейсмологией. В развитии сейсмологии различаются три периода. Первый период, в основном охватывающий вторую половину XX века, можно отметить как описательный. Основной задачей ее являлось описание внешних признаков проявлений землетрясений. В этот период сейсмология рассматривалась как часть физической географии. Основные исследования в России проводились Г.В. Абигом, С.П. Крашениниковым, И.В. Мушкетовым и др. С начала XX века начинается второй период развития сейсмологии, уже в системе геологических наук. Результатами исследований членов Геолкома и других геологических организаций (К.И. Багданович, Д.И. Мушкетов, А.П. Павлов, Ч. Дэвис, А. Зибберг) была установлена связь землетрясений с особенностями геологического строения. На третьем периоде своего развития сейсмология стала в большей степени тяготеть к физико-математическим наукам (Г.А. Гамбурцев, В.А. Магнитский, В.В. Федьинский, Е.Ф. Саваренский и др.). Основы физико-математического направления сейсмологии были заложены Б.Б. Голицыным [1].

В энциклопедическом словаре дано такое определение землетрясений: «Подземные толчки и колебания земной поверхности, возникающие в результате внезапных смещений и разрывов в земной коре или в верхней части мантии и передающиеся на большие расстояния в виде упругих колебаний» [2]. В самом этом определении можно заметить некоторые характерные черты присущие землетрясениям, которыми они отличаются от других природных катаклизмов. Именно, внезапностью, быстротечностью и охватом больших территорий они отличаются от других природных стихийных бедствий. И эти особенности, по-видимому, являются причинами того факта, что они находятся на одном из первых мест среди природных бедствий по числу жертв и разрушений.

Типы землетрясений и сейсмичность отдельных регионов

Как известно, зарождение землетрясений происходит в относительно небольшом пространстве называемом очагом. Центр очага землетрясения именуется фокусом, проекция которого на поверхность земли называется эпицентром. По глубине очага землетрясение делится на поверхностные, нормальные, промежуточные и глубокофокусные [3]. По механизму происхождения различаются землетрясения денудационной, вулканической и тектонической природы [4].

В последнее время в литературе все чаще упоминается о еще одной разновидности землетрясения – так называемых антропогенных (техногенных) землетрясениях, связанных с инженерной деятельностью человека (эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, заполнение глубоких водохранилищ и т.д.). К такой разновидности относится и Грозненское землетрясение 1971 г., спровоцированное интенсивной нефтедобычей в конце 1960-х и в начале 1970 гг. Денудационные землетрясения, очаг которых находится обычно на небольшой глубине или на поверхности земли могут быть связаны с обвалами горных сооружений, крупных пещер и т.д.

Вулканические землетрясения связаны с подземными взрывами в районах активизации вулканов. Землетрясения последних двух видов составляют очень незначительную долю в общем количестве землетрясений. Наибольшее распространение получили землетрясения тектонического происхождения. Именно на последних акцентируется внимание в данной статье. По результатам многолетних исследований сейсмичности в разных регионах мира установлена ее связь с тектоническими особенностями в частности с разломно-блоковой структурой, приуроченность очагов землетрясений к активным глубинным разломам. Имеются единичные случаи, когда разрыв в земной коре выходит на поверхность [5].

Чтобы понять природы землетрясений необходимо иметь представление о глубинном строении Земли. Наша планета состоит из трех оболочек: земная кора (верхняя оболочка), мантия и ядро.

В свою очередь континентальная Земная кора также имеет трехслойное строение: осадочный, гранитный и базальтовый. Крупнейшими элементами земной коры являются геосинклинали – области высокой тектонической активности и платформы – устойчивые области спокойного развития. В процессе развития геосинклиналей между ними и смежными платформенными областями закладываются так называемые краевые прогибы. Перечисленные и другие структурные элементы отделяются друг от друга глубинными разломами. Этими разломами расчленены на отдельные блоки структурные элементы Земной коры. Все это определяет блоковое строение Земной коры в целом. В зонах сочленения крупных блоков Земной коры постепенно накапливается напряжение. В момент, когда напряжение превышает силу трения, препятствующую перемещению блоков, происходит резкое смещение блоков с разгрузкой накопившихся напряжений, которые вызывают землетрясения [4]. Некоторые исследователи, природу глубокофокусных тектонических землетрясений приходящихся на периферии Тихого океана и других регионов, объясняют с позиции тектоники литосферных плит. Согласно которой в зонах глубоководных желобов по наклонно погружающимся глубинным разломам происходят подвижки океанического дна под континентальную. Вдоль плоскости разлома до глубины 700 км располагаются очаги землетрясений. М.В. Гзовский и др. исследователи разработали геологические критерии сейсмичности территории. Г.И. Рейснер [6] объединил геологические критерии сейсмичности в три группы:

- 1) предопределяющая принадлежность региона к категории сейсмичных (большая интенсивность проявления новейших и современных тектонических движений);
- 2) определяющее свойство среды (принадлежность региона к области завершенной палеозойской складчатости – Кавказ и др.);
- 3) определяющее место возникновения сильных землетрясений (многочисленный класс продольных и поперечных разрывных нарушений в земной коре, а так же признаки их присутствия – зоны контрастных сочленений крупных структурных комплексов различного ранга, места пересечений, дизъюнктивные узлы различной категории.

Используя в качестве критерии сейсмичности узлы пересечения разноориентированных разломов, их активность в новейшее время и др. на Кавказе выделены пять категорий относительной сейсмичности территорий [6]. К первой наиболее опасной в отношении сейсмичности отнесены «узлы пересечения активных в новейшее время продольных глубинных разломов с флексурами первого порядка, ограничивающие наиболее крупные поперечные поднятия». Участки первой категории находятся в южной части Малого Кавказа, в зоне сочленения Большого Кавказа с Предкавказьем, в Шемахенском районе Большого Кавказа и районе Черноморского побережья.

Участки второй категории располагаются в восточной части Малого Кавказа, в южной и северной частях Восточного Кавказа. В зонах первой и второй категории сейсмичности в настоящее время зарегистрированы землетрясения с магнитудой равной 6-7 (Шемахинское, Ахалкалакское, Спитакское, Дагестанское и др.).

К третьей категории отнесены зоны активных в новейшее время тектонических нарушений различного направления находящиеся вне узлов их пересечения. Участки третьей категории выделены на северо-западе Кавказа и в других районах.

К зонам четвертой и пятой категории отнесены участки, где не установлены достаточно надежные геологические критерии сейсмичности (отдельные участки Северо-Западного Кавказа и Восточного Предкавказья).

Сейсмическая активность территории Чеченской Республики

Территория Чеченской Республики (ЧР) в тектоническом отношении, занимающая центральную часть Терско-Каспийского прогиба относят к зонам высокой сейсмической активности.

К наиболее сильным землетрясениям, зарегистрированных на территории Чеченской Республики в прошлом и в текущем столетиях с силой 6 баллов и выше, относятся: 8-ми балльное Терское (Эльдаровское) землетрясение 1912 г.; 7-8 балльное Веденское 1933 г.; 7-ми балльные Аргунские землетрясения 1928 г. и 1966 г. 6-ти балльное Гудермесское 1950 г. 6-7-ми балльное Ачхой-Мартановское 1969 г.; 7-ми балльное Старогрозненское 1971 г.; 6-ти балльное Октябрьское 1972 г.; 8-9 балльное Черногогорское землетрясение 1976 г., 8-ми балльное Курчалоевское землетрясение 2008 г. [7-9].

Наименьшей глубиной характеризуются Старогрозненское (1971 г.) и Октябрьское (1972 г.) землетрясения, имеющие доказанную техногенную природу [3], связанную с интенсивной и во многом нерациональной добычей нефти на одноименных месторождениях.

Возможный прогноз сильных землетрясений

Многолетний опыт наблюдений в различных сейсмоопасных регионах России и зарубежья показывает, что перед подготовкой сильных землетрясений происходит какие-то изменения в земной коре и на поверхности земли. Есть много случаев, когда перед землетрясениями происходили аномальные движения земной поверхности [10]. Вместе с тем отмечаются еще больше случаев, когда аномальные движения земной поверхности не сопровождалась землетрясениями. В последнее время в качестве предвестников землетрясений широко начали использовать изменения уровня и химического состава грунтовых вод, изменения геомагнитного поля и др.

Известный сейсмолог Н. Шебалин отмечает, что созревание отдельных сейсмических очагов может быть замечено заранее, но другие очаги известных нам геофизических полей внятно не проявляются [5].

Говоря о Спитакском землетрясении он далее отмечает, что здесь как раз был тот случай, когда созревание очага можно было заметить при своевременной организации, сбора и анализа предвестника землетрясений. Мировой опыт (Япония, Китай и др.) показывает, что для успешного долгосрочного и краткосрочного прогноза землетрясений необходимы постоянные наблюдения с целью выявления аномальных явлений [5].

Заключение

Таким образом, сейсмичность любого региона мира в основном связана со структурно-тектоническими особенностями, с системой глубинных разломов, в которых действуют множество механизмов – миграция флюидных потоков, механические явления и химические процессы, что в целом создают их устойчивость. По мнению многих исследователей, землетрясения до настоящего времени характерна непредсказуемость, т.е. нет возможности прогнозирования их места, времени и силы, в связи с хаотической, нелинейной природы процессов предшествующих землетрясениям.

Литература

1. Общая геология / под ред. Г.Д. Ажгирея и др. – М.: Просвещение, 1974. – 479 с.
2. Большой энциклопедический словарь. – М.: Норинт, 2002. – 1456 с.
3. Смирнова М.Н. Основы геологии СССР. – М.: Высшая школа, 1984. – 384 с.
4. Арабаджи М.С., Мильничук В.С. Тайны земных глубин. – М.: Недра, 1983. – 136 с.
5. Шебалин Н.В. Сильные землетрясения. Избранные труды. – М.: Издательство Академии горных наук, 1997. – 542 с.
6. Геологические методы оценки сейсмической опасности. – М. Недра, 1980.
7. Керимов И.А. Сильные землетрясения на территории чеченской республики / И.А. Керимов, М.Я. Гайсумов // Вестник Академии наук Чеченской Республики. – 2010. – № 1(12). – С. 57-62.
8. Гайсумов М.Я., Абубакарова Э.А., Ахматханов Р.С., Бадаев С.В. Разломная тектоника, геофизические поля и сейсмичность Чеченской Республики // Геодинамика, вулканизм, сейсмичность и экзогенные геологические процессы природного и техногенного характера на Кавказе. Сборник трудов конференции. – Владикавказ: Владикавказский научный центр РАН, 2015. – С. 22–30.
9. Абубакарова Э.А. Геофизические поля, глубинное строение и сейсмичность Терско-Каспийского прогиба // Современные методы оценки сейсмической опасности и прогноза землетрясений. Тезисы докладов и программа Всероссийской научной конференции с международным участием. Под редакцией Некрасовой А.К. – М., 2019. – С. 9-10.
10. Соболев Г.А. Основы прогноза землетрясений. – М.: Наука, 1993. – 313 с.

References

1. Obshchaya geologiya / pod red. G.D. Azhgireya i dr. – M.: Prosveshchenie, 1974. – 479 s.
2. Bol'shoj enciklopedicheskij slovar'. – M.: Norint, 2002. – 1456 s.
3. Smirnova M.N. Osnovy geologii SSSR. – M.: Vysshaya shkola, 1984. – 384 s.
4. Arabadzhi M.S., Mil'nychuk V.S. Tajny zemnyh glubin. – M.: Nedra, 1983. – 136 s.
5. Shebalin N.V. Sil'nye zemletryaseniya. Izbrannye trudy. – M.: Izdatel'stvo Akademii gornyh nauk, 1997. – 542 s.
6. Geologicheskie metody ocenki sejsmicheskoy opasnosti. – M. Nedra, 1980.
7. Kerimov I.A. Sil'nye zemletryaseniya na territorii chechenskoj respubliki / I.A. Kerimov, M.YA. Gajsumov // Vestnik Akademii nauk CHEchenskoj Respubliki. – 2010. – № 1(12). – S. 57-62.
8. Gajsumov M.YA., Abubakarova E.A., Ahmathanov R.S., Badaev S.V. Razlomnaya tektonika, geofizicheskie polya i sejsmichnost' CHEchenskoj Respubliki // Geodinamika, vulkanizm, sejsmichnost' i ekzogennye geologicheskie processy prirodnogo i tekhnogennogo haraktera na Kavkaze. Sbornik trudov konferencii. – Vladikavkaz: Vladikavkazskij nauchnyj centr RAN, 2015. – S. 22–30.
9. Abubakarova E.A. Geofizicheskie polya, glubinnoe stroenie i sejsmichnost' Tersko-Kaspijskogo progiba // Sovremennye metody ocenki sejsmicheskoy opasnosti i prognoza zemletryasenij. Tezisy dokladov i programma Vserossijskoj nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. Pod redakciej Nekrasovoj A.K. – M., 2019. – S. 9-10.
10. Sobolev G.A. Osnovy prognoza zemletryasenij. – M.: Nauka, 1993. – 313 s.